

农村致富技术丛书

高产 高效 实用 立体种植技术



农家出版社

贺洪军 主 编

前 言

土地资源紧张是我国农业面临的突出问题。如何在有限的土地上创造出较高的经济效益是当前和今后农业生产中的热门课题。我国长江以北地区大都四季分明,光照充足,土地肥沃,降水量适中,劳动力资源丰富,农业生产条件十分优越,但大多数地区仍沿用传统的粮棉型低效益的平面种植结构,土地、光照、空间、劳力资源等的利用效果均未得到最佳发挥。

立体种植是我国农业传统的栽培技艺和增产手段。近年来,随着农业生产条件的改善,立体种植技术有了较大的进展。各地以粮棉为主体,研究和开发了粮菜、棉菜、粮棉菜等多种立体种植模式,既增加了粮棉产量,又提高了经济收入,使土地资源和气候资源得到了充分合理的利用,取得了显著的经济效益和社会效益。可以认为,立体种植将是促进我国农业进一步发展的的重要途径。总结和推广各地在发展立体种植方面成功的、先进的经验,是广大农民群众的迫切要求。

本书主要介绍了长江以北地区常见的一百种立体种植形式,为便于群众掌握,书中对某些分布较为普遍、面积较大或经济效益较高、有重要推广应用价值的种植形式做了详细的介绍;同时对立体种植的特点也做了简要阐述。

农业生产具有明显的地域性。由于各地的生态条件和社会经济条件复杂多样,作物布局和种植习惯也不尽相同。因此,推广应用立体种植技术必须因地制宜,发挥当地优势,不可生搬硬套外地的经验。

本书的读者对象主要是农民和基层农技推广人员,也可做为农业院校师生和农业领导机关的参考书。

由于作者水平有限,书中错误不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

1993. 4.

目 录

前言

一、立体种植的特点	(1)
(一)立体种植的优点	(1)
1. 充分利用农业自然资源	(1)
2. 延长作物生长季节	(3)
3. 合理利用地力,用养结合	(3)
4. 有利于防病治虫,除草改土	(4)
(二)立体种植的要求	(5)
1. 选择适宜的作物种类和品种	(5)
2. 确定合理的田间群体结构	(7)
3. 采用育苗和地膜覆盖技术	(9)
4. 增加施肥总量,注意轮作换茬	(14)
5. 合理使用农药,减轻污染	(16)
二、主要立体种植形式	(17)
(一)粮—棉型	(17)
1. 小麦—棉花	(17)
2. 小麦—棉花—夏玉米	(21)
3. 春玉米—棉花	(22)
4. 大豆—棉花	(23)
(二)粮—菜型	(25)
1. 小麦—西瓜	(25)
2. 小麦—菠菜—西瓜	(27)

3. 小麦—小萝卜—西瓜	(29)
4. 玉米—西瓜	(30)
5. 小麦—西瓜—玉米—白菜	(32)
6. 小麦—玉米—黄瓜	(33)
7. 小麦—玉米—番茄	(35)
8. 小麦—玉米—小辣椒	(37)
9. 西瓜—芸豆—玉米	(39)
10. 小麦—大蒜—玉米	(41)
11. 小麦—番茄—玉米—芸豆	(42)
12. 玉米—马铃薯—白菜(或菜花)	(43)
13. 春甘蓝—玉米—芹菜	(46)
14. 甜椒—玉米	(48)
15. 大蒜—玉米—白菜	(49)
16. 春玉米—番茄—夏玉米—芹菜	(50)
17. 小麦—生姜	(51)
18. 春玉米—夏甘蓝	(53)
19. 小麦—茄子—菠菜	(54)
20. 小麦—玉米—萝卜	(55)
21. 洋葱—玉米—白菜	(56)
22. 西葫芦—玉米—菜花	(57)
23. 小麦—大葱	(59)
24. 大蒜—越冬菠菜—春玉米—大豆	(60)
25. 小麦—高粱—豌豆	(62)
26. 大蒜—玉米—豇豆(豆角)	(63)
27. 小麦—山药	(64)
28. 小麦—冬瓜	(65)
29. 玉米—平菇	(67)

30. 小麦—玉米—凤尾菇·····	(68)
31. 小麦—菠菜—甜瓜—甜椒—大白菜·····	(70)
32. 菠菜—甘蓝—西瓜—玉米—大白菜·····	(72)
33. 马铃薯—春萝卜—夏玉米—黄瓜·····	(73)
34. 小萝卜—马铃薯—西瓜—玉米—豆角—菜花—菠菜 ·····	(74)
35. 小麦—玉米—芹菜·····	(76)
36. 小麦—菠菜—玉米—芹菜·····	(77)
37. 大蒜—玉米—菜花·····	(78)
38. 小麦—蒜苗—玉米—萝卜·····	(79)
39. 甘蓝—玉米—萝卜·····	(80)
40. 水稻—平菇·····	(81)
(三) 棉—菜型 ·····	(83)
1. 棉花—大蒜 ·····	(83)
2. 棉花—洋葱 ·····	(84)
3. 棉花—春甘蓝 ·····	(87)
4. 棉花—菜花 ·····	(88)
5. 棉花—小萝卜 ·····	(90)
6. 棉花—西瓜 ·····	(91)
7. 棉花—西瓜—白菜 ·····	(94)
8. 棉花—甜瓜 ·····	(95)
9. 棉花—马铃薯 ·····	(97)
10. 菠菜—大蒜—棉花·····	(98)
11. 棉花—甘蓝—甜瓜·····	(99)
12. 棉花—菜瓜(或越瓜) ·····	(100)
13. 洋葱—菠菜—棉花—甜瓜 ·····	(101)
14. 棉花—草莓 ·····	(102)

(四)粮—棉—菜型·····	(103)
1. 小麦—棉花—菠菜·····	(103)
2. 小麦—棉花—西瓜·····	(104)
3. 小麦—菠菜—棉花—西瓜—菠菜·····	(105)
4. 小麦—小萝卜—棉花·····	(106)
5. 小麦—甜瓜—棉花—大豆·····	(107)
6. 小麦—菠菜—棉花—芝麻·····	(108)
7. 小麦—大蒜—棉花—西瓜·····	(109)
8. 小麦—蒜苗—棉花—甜瓜—菜花·····	(110)
(五)粮、棉、菜—油料、杂粮型·····	(111)
1. 玉米—甘薯·····	(111)
2. 小麦—甘薯—玉米·····	(114)
3. 小麦—玉米—绿豆·····	(115)
4. 小麦—向日葵—大豆·····	(116)
5. 小麦—花生·····	(118)
6. 小麦—芝麻·····	(119)
7. 棉花—绿豆(或红小豆)·····	(120)
8. 番茄—花生·····	(121)
9. 西瓜—花生—大白菜·····	(123)
10. 西瓜—甘薯·····	(124)
11. 玉米—花生·····	(126)
12. 谷子—绿豆·····	(126)
13. 西瓜—小萝卜—花生—菜花·····	(127)
14. 西瓜—花生—玉米·····	(128)
15. 西瓜—棉花—花生·····	(129)
16. 小麦—菠菜—棉花—花生·····	(130)
17. 小麦—蒜苗—棉花—花生·····	(130)

18. 小麦—油菜—棉花	(131)
(六)果—粮型	(133)
1. 板栗—小麦	(133)
2. 桃—小麦—玉米	(134)
3. 苹果—小麦—玉米	(135)
4. 山楂—小麦—大豆	(136)
(七)果—菜型	(137)
1. 葡萄—平菇	(137)
2. 苹果(或葡萄)—大蒜	(138)
3. 梨(或苹果)———(制种)西瓜	(139)
4. 桃—小辣椒	(139)
(八)菜—菜型	(140)
1. 菠菜—菜豆—黄瓜—茺荽	(140)
2. 马铃薯—甘蓝—茄子	(141)
3. 洋葱—番茄—芹菜	(142)
4. 架芸豆—平菇	(143)
5. 大棚甜椒—黄瓜	(145)
6. 春番茄—夏番茄—小萝卜—芹菜	(147)
7. 芸豆—生姜	(148)
8. 大蒜—黄瓜—菜花	(149)

一、立体种植的特点

立体种植是一个既古老又年轻的课题。说它古老,我国古代劳动人民早在秦汉时期就已经开始进行作物的间作套种,在长期的生产实践中积累了丰富的经验,尤其是进入明代以后,随着人口的增加,人均耕地逐渐减少,间作套种得到进一步地发展,已有棉麦、粮桑、粮豆、粮菜等多种间套作形式。间作套种是我国农业传统的栽培技艺和增产手段,充分体现了我国农业精耕细作的特点。说它年轻,是因为随着栽培技术的进步和农业生产条件的改善,立体种植已不再是作物之间简单的组合,而是兼顾生态效益、经济效益和社会效益,更趋科学和合理。

所谓立体种植是指按照“时空三维结构”,优化作物组合,充分有效地利用光、热、水、土地等自然资源和现代科学技术,实现物质能量的多层次循环利用,从单位面积土地上创造出相当于目前二至三倍的经济效益,同时考虑获得良好的生态效益和社会效益。简而言之,立体种植就是将不同作物在一定空间和时间,进行合理的组合与搭配,提高复种指数,增加单位面积土地上的作物产量与收益。

(一)立体种植的优点

1. 充分利用农业自然资源

农业自然资源包括气候资源和土地资源。光照、温度、水分、二氧化碳气体等是作物产量形成的主要物质能源。据分

析,作物干重的 90~95%是有机物,这些有机物都是绿色叶片通过光合作用利用光能而合成的,在适宜的温度和水分条件下,将太阳的辐射能转换为生物产量。所以光能利用率的高低与作物产量密切相关。我国土地资源有限,并且随着社会的发展将会日趋紧张,因此,如何创造性地运用气候资源,提高作物产量,是农业生产中一个重要的研究内容。北方地区通过立体种植来“借天借地”,就是提高光能利用率和土地利用率的有效措施。

我国北方地区地处温带,太阳能丰富,多数地区太阳辐射能量每平方厘米在 110~116 千卡(1 卡 $\approx$ 4.18 焦耳)之间,为作物丰产奠定了物质基础,但光能尚没有得到充分利用。华北平原一年种一季高产小麦,如亩产 500 公斤,光能利用率为 1.2%,而一般大田则平均小于 1%。据国外资料,甘蔗最高亩产量为 6000 公斤,光能利用率为 5%,马铃薯最高也可达 5%,在人工气候室的最适条件下,有些作物的光能利用率可达 10~20%。这说明提高光能利用率,作物的增产潜力还很大。立体种植可以使光能利用率明显提高,如“小麦—玉米—大豆”种植模式,亩产 1250 公斤,光能利用率为 1.5~1.8%;“小麦—西瓜—玉米—大白菜”种植模式,亩产 8500 公斤,光能利用率可达 2.0~2.5%。

从热量资源的利用来看,通常情况下, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的积温 $< 4000^{\circ}\text{C}$ 的地区为一年一熟区,4000~5800 $^{\circ}\text{C}$ 的地区为一年两熟区, $> 5800^{\circ}\text{C}$ 的地区为一年三熟区,我国北方地区耕作制主要有一年一熟、二年三熟等,如果采用立体种植,选用早、中熟的耐寒品种,应用保温育苗技术,就可以将一年两熟和三熟制向北方温带地区推进,充分发挥北方日照时间长,光能资源丰富的优势。

全年各月太阳辐射能量的强度不同,在我国北方各省、市都以5~9月份的太阳辐射能量较高。如果单独种植一熟作物,不是前期苗小、叶少,大量阳光漏射,就是后期成熟收获过早,白白浪费宝贵的光能和热量资源。采用不同作物进行立体种植后,以复合群体代替单一群体,田间绿色叶片增多,并且有高有矮,错落有致,呈层状分布,作物受光时间延长,使不同层次的光照得到合理利用,扩大了全田的总光合面积,提高了光能、热量和土地资源的利用效果。

2. 延长作物生长季节

单一种植某种作物,只能利用当地生长季节的一部分。如北方单种棉花,只利用了4月下旬或5月上旬出苗至10月下旬收获完毕这段生长季节,而且6月中旬以前,棉花处于苗期,植株较小,造成地力、光照等的大量浪费,如果早春通过温床或阳畦育苗,提早定植,合理间套种植甘蓝、西瓜、洋葱等作物,就可以使4~6月份这段黄金季节得到充分利用,使作物可生育日数相对延长100多天。再如北方单种小麦,只利用了当年10月份出苗到封冻和第二年返青到6月上旬收获这段生长季节,而7~9月这段高温、光照充足、雨量充沛的季节却没有被利用,如果5、6月份套栽露地育苗的夏番茄,则使一年中4~10月份这段整个有利于作物生长的季节得到合理利用,使作物产量和收益大大增加。

3. 合理利用地力,用养结合

立体种植以后,把一块地当成几块地用,而且不同作物根系分布的特点不同,对肥料元素的需要不同,这样就使土地蕴藏着的潜力得到充分的挖掘。同时立体种植后施肥次数较多,土壤中有有机质遗留量较大,从而使土壤肥力得到进一步提高。如“西瓜—棉花”种植模式,西瓜行距大,根系分布较为集中,

大多在瓜沟附近,瓜田施肥量大、次数多,尤其是有机肥富足,而西瓜的生育期又较短,施入的肥料有些难以发挥作用,养分的利用率较低。1987年笔者曾在平原县王村店乡进行瓜棉立体种植试验,测定了一块高产瓜田,其基础土壤肥力为:有机质 0.91%,碱解氮 55ppm,速效磷 18ppm,速效钾 118ppm,西瓜收获时土壤肥力为:有机质 1.04%,碱解氮 163ppm,速效磷 61ppm,速效钾 203ppm,如果单种西瓜,收获后休闲,如此良好的地力条件就得不到应有的利用。“西瓜—棉花”立体种植后,使土壤不同深浅、不同位置的速效养分和长效养分得到合理利用,提高了土地利用率。由于复种指数的提高,种棉获得的棉叶、棉饼等副产品,又为培肥地力增加了肥源。

4. 有利于防病治虫,除草改土

单种一种作物,苗期地表空隙多,光照充足,地温较高,杂草乘虚而出。立体种植后,作物占地面积大,覆盖时间延长,从而减轻了杂草危害。

有些作物在生命活动过程中,能分泌某些液态或气态的物质,有维生素、抗菌素、香精油、植物杀菌素等,能忌避和减轻某些病虫草害,通过立体种植为庄稼选择“佳邻”,在植物保护上可以起到事半功倍的效果。如麦套棉有利于瓢虫繁殖,可以抑制棉蚜;春甘蓝套种冬瓜,有防止恶性杂草香附子蔓延之效;大白菜易患根腐病,如果和韭菜种在一起,韭菜可以分泌一种杀菌素,能抑制根腐病的发生;菜粉蝶是甘蓝的主要害虫,如果间套番茄,则其危害会大大减轻;大蒜可以分泌大蒜素,令许多害虫“闻风丧胆”,同时还能使炭疽病等病菌“退避三舍”,是多种作物的“益友”。另外,不同作物防病治虫还可以互惠有利,省工省药省钱。

合理安排立体种植,延长了地面的覆蔽时间,可以保护地

面,减轻土壤养分的流失和淋溶,防止盐碱上升。另外,通过种绿肥埋青,多搞秸秆还田,可以逐步改善土壤结构,把低产地变为高产田。

(二)立体种植的要求

1. 选择适宜的作物种类和品种

立体种植应从当地的地理位置、自然条件、土壤肥力、劳动力状况、群众消费水平等情况出发,因地制宜,选择适宜的作物种类,宜粮则粮,宜棉则棉,宜菜则菜,使立体种植模式多样化。不要单纯追求高效益,盲目种植某种作物,造成“欲速则不达”。例如在各种立体种植模式中,蔬菜是收益较高的作物种类。蔬菜作物除部分可以加工外,大部分以鲜销为主,蔬菜脆嫩多汁,货架寿命短,如果大面积种植某种蔬菜,上市时间较集中,一时难以销售,会造成蔬菜产品的积压、变质,直接影响经济收入。另外,蔬菜作物栽培管理精细,用工较多,因此,在远离城镇、人均耕地较多、农业机械化程度较差的地区,不宜大面积发展黄瓜、番茄等市场销售量小、成本高、用工多的蔬菜种类,而西瓜、大白菜、洋葱、小辣椒等市场销售量大或适于加工、出口的蔬菜种类,则面积可大一些。

立体种植的主要目的是提高单位面积土地上作物产量和收益。但是,需要强调的是,在粮、棉重点产区,一定要按照国家对主产作物的指导性种植计划种植,以主产作物为主体,在完成国家合同订购计划和集体承包产量的前提下,通过合理的立体种植,充分利用劳力资源和自然资源,达到增产、增收、增进地力的目的;如果单纯为了增加收入,完不成上缴任务,或是亏了地力,影响了生态平衡,是不足取的。

表 1 常见作物之间的相互影响

作物种类	起促进的作物	受抑制的作物
小麦	大豆、芝麻、南瓜、西瓜、黄瓜	大麻、芥菜
黄瓜	菜豆、玉米、豌豆、萝卜、向日葵	马铃薯
番茄	洋葱、胡萝卜、欧芹、甘蓝	马铃薯、茴香
玉米	黄瓜、西葫芦、马铃薯、豆类	向日葵
马铃薯	菜豆、玉米、甘蓝、茄子	西葫芦、黄瓜、番茄、向日葵
洋葱、大蒜	甜菜、草莓、番茄、莴苣	豌豆、菜豆
甘蓝	马铃薯、芹菜、韭菜、洋葱	草莓
菜豆	马铃薯、茄子、芥菜、豌豆、向日葵、南瓜、西瓜、黄瓜、菜花	春小麦、大蒜、洋葱
草莓	菠菜、莴苣、矮菜豆	甘蓝
胡萝卜	豌豆、洋葱、番茄	苜蓿

另外,在进行主体种植时,要考虑到各种作物的生态特性、特征,选择某些生育特点互补的作物种类,合理组合、搭配。各地群众都提出了“一高一矮、一圆一尖、一深一浅、一早一晚、一阴一阳”的搭配经验。就是在株型上,高秆与矮生、直立与塌地的种类搭配,以解决复合群体高度密植的通风透光问题,如高秆的玉米与矮生的马铃薯、菜花;直立的棉花、小麦与塌地的菠菜、甘蓝等间套,它们的叶型是直立型(玉米、棉花、小麦)与水平型(马铃薯、菠菜、甘蓝)配合,这样增加了田间叶片的层次,扩大了全田的总光合面积,有利于截获更多的光能,且由于群体上层成为高矮起伏的“走廊”,更扩大了群体与阳光和空气的接触面积,改善了通风透光条件,叶面积系数既有所增加,群体内光照条件也有所改善,特别是高秆作物,植株中下部的侧面光照增加很多,充分发挥了边行优势的增

产作用；在根系上掌握深根性与浅根性搭配，以合理利用土壤中的水分与养分，例如深根性的棉花、茄果类蔬菜需磷、钾肥较多，则可与浅根性需氮较多的绿叶菜类（如菠菜、芹菜、甘蓝）等搭配。在生长期、熟性和生长速度上，掌握生长期长的与短的、生长快与慢、早熟与晚熟的间套作。需要注意的是，一般同科作物需肥、需光特性相同或相近，且易感染相同的病害，原则上应尽量避免将同科作物搭配种植。另外，不同作物之间存在着一定的促进或抑制关系（表1），在作物配对时，尽量选择彼此促进的作物种类。

立体种植对作物品种也有一定的要求，在间套作的特定条件下，需要选用具有特殊生态类型的品种，才能取得增产增收的效果。立体种植田是一种复合群体结构，在田间几种作物有一段明显的共生期，地上部和地下部交叉生长，环绕光、温、水、气、肥、土形态一个特定的小生态环境，作物之间，各种因素之间存在着既竞争又促进的状况。品种选择的要求是尽量缩短作物之间的共生期，充分利用整个有利于作物生长的季节。如以棉花为主体的立体种植，春套作物如甘蓝、菜花、洋葱等必须选择早熟、耐寒、株型紧凑的品种，而棉花则需具备高产、优质、抗病等特点。“麦—棉”主体种植，小麦要选用晚播早熟、矮秆、高产的品种，棉花则应选用早熟、高产、优质的品种。这样可以缓和共生期矛盾，达到主栽作物与间套作物双丰收。

2. 确定合理的田间群体结构

作物种类、品种确定后，合理的田间群体结构是能否发挥复合群体利用生态环境和解决作物间一系列矛盾的关键。田间结构主要包括各作物的密度、不同作物的行比以及间距等。

（1）确定种植密度。间作时一般高秆作物单位面积上的密度高于单作时的密度，矮秆作物密度与单作时相近。当作物有

主次之分时,要求主作物的密度不减少或略减少而适当加入副作物以保证主作物的增产优势,达到主副作物双丰收,提高总产。为了保证间作套种的密度,群众在生产实践中的重要经验是采用宽窄行(大小垄),带状条播或宽行密株的种植形式,做到“挤中间,空两边”。套种时,如套种时期较晚,上下茬作物一般都保持单作时的密度;如套种时期较早,共生期长,作物种植密度则要根据套种的特点进行合理的安排。

(2)确定不同作物的行比(所占面积比)。在田间配置时,要考虑到土壤肥力条件,作物的主次,矮秆作物对于光照的反映状况以及田间管理等多方面。在高地力条件下,高秆的主作物往往占有的面积或行比较少,因地力较肥易解决种内的竞争,以便于为矮秆作物创造较多的播种面积。在地力低时,则相反。当以矮秆作物为主时,为改善矮秆作物的受光条件,高秆作物的种植距离应放远一些,采用一穴多株放大穴距的方法或加宽行距单行播种。许多研究认为,玉米与矮秆作物间作时,玉米超过6行,增产效果大为降低。即边行优势可影响到3行。当矮秆作物耐荫性较差时,一般所占地面宽度应相应加大。各作物带所占地面的宽度要本着“高要窄,矮要宽”的原则。

(3)确定作物间的间距。一般要求既有利于解决两种以上作物争光争水肥的矛盾,又要适当缩小距离,以最经济地利用土地。影响间距大小的因素,有间作矮秆作物带或套种作物带的宽窄,有间套作物高度的差异,矮秆作物或套种作物耐荫程度的强弱,套种时间的早晚等。一般间作矮秆作物或套种带宽,对高秆作物的影响小。如矮秆作物耐荫,或套种时间晚,前作对套种作物的影响时间短,间距可适当小一些,反之则应适当大一些。

3. 采用育苗和地膜覆盖技术

立体种植田复种指数高,接茬较为紧密,为创造良好的田间生育环境,缩短作物共生期,早播、早熟,充分利用生长季节,和合理安排劳动力,一般需要应用各种育苗技术,如温床、冷床育苗,露地育苗等。这样可以在外界气候条件不适于作物生长的农闲季节,创造适宜的环境来培育适龄的壮苗,一旦气候条件适合时便能定植于大田,并随即就能进入营养器官和产品器官的苗壮生长,从而达到争取农时、省种、省肥、早熟、高产、优质的目的。同时也有利于应用生育期较长而增产潜力较大的品种,提早播种,“以中代早”,增加产量。现将各种育苗方法和应用范围简介如下:

(1)阳畦育苗。又称冷床育苗,是各地应用最广泛的一种。阳畦主要利用日光热加温,建造容易,管理方便,可用于早春茄果类、甘蓝类、瓜类蔬菜及棉花等作物育苗。

①苗床建造:床址要选择背风向阳、地势高燥、排水良好,离大田近,管理和交通方便的地方,而且要选择最近一二年内没有种过茄果类、瓜类蔬菜及棉花、烟草等作物的地块,以防病害传染。其中阳光充足是最重要的一条,这是因为阳畦全靠阳光提高温度,同时,只有阳光充足,秧苗才能很好地进行光合作用,多制造养料,成为壮苗。因此,苗床的南、东西三面不可有高大的建筑物和树木挡住阳光。苗床基地最好是东西长,南北狭,在它的北面建立风障,挡风效果很好。

阳畦苗床一般宽 1.2~1.5 米,床池深 20 厘米,长度根据育苗数量而定。床的四周建矮墙,南墙高 10 厘米,北墙高 40 厘米,上搭竹杆,覆盖塑料薄膜。

②床土配制及填充:床土是指专门配制的作为幼苗营养基质的肥沃土壤,也叫营养土。幼苗生长所需要的水分、矿质